

Vorrichtung zur Temperaturregelung/-begrenzung für eine Wärmeerzeugungsanlage

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Temperaturregelung/-begrenzung für eine Wärmeerzeugungsanlage und ein Verfahren zur Überprüfung der Funktion insbesondere der Temperaturregel-/begrenzungsfunktion für eine Wärmeerzeugungsanlage.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen hinsichtlich Temperaturregel- und -begrenzungseinrichtungen sind beispielsweise in der Deutschen Norm DIN 3440 festgelegt. Für die Beschreibung der Erfindung wird auf die in dieser Norm verwendete Terminologie zurückgegriffen, ohne dass jedoch die Norm hier im Detail behandelt wird. Gemäss der unter Punkt 2.2 vorgenommenen Definition der Norm ist ein Sicherheitstemperaturwächter (STW) eine Einrichtung, bei der nach dem Ansprechen eine selbsttätige Rückstellung erfolgt, wenn die Fühlertemperatur um den Betrag der Schaltdifferenz unter den eingestellten Grenzwert abgesunken ist, wobei dieser zusätzlich den Anforderungen an die erweiterte Sicherheit nach Punkt 3.12 der Norm DIN 3440 unterliegt. Im Unterschied zum Sicherheitstemperaturwächter erfolgt bei einem Sicherheitstemperaturbegrenzer (STB) nach dem Ansprechen eine Verriegelung. Dabei ist eine Rückstellung von Hand oder mit einem Werkzeug in der Regel nur dann möglich, wenn die Fühlertemperatur um den Betrag der Schaltdifferenz unter den Grenzwert abgesunken ist.

Vorzugsweise werden die eingangs genannten STB bzw. STW zur Überwachung der Kesseltemperatur eines Heizkessels verwendet. Die Kesseltemperatur wird hierbei von wenigstens einem Temperaturfühler erfasst, der z.B. auf dem Kesselschaltfeld des Heizkessels zusammen mit dem Temperaturregler angeordnet sein kann. Der Temperaturregler vergleicht die erfasste Temperatur des Heizkessels mit einem vorgegebenen Sollwert und beeinflusst den Istwert der Temperatur im Sinne einer Angleichung an ihren Sollwert. Wenn beispielsweise die durch den Temperaturbegrenzer bzw. -wächter überwachte Temperaturgrenze erreicht wird oder ein Fehler, z.B. Fühlerbruch-, Fühlerkurzschluss, Ausfall eines Bauteils oder Netzausfall auftritt, so soll die Anlage abgeschaltet werden. Die durch das Ansprechen des STB bzw. STW ausgelöste Abschaltung der Anlage bewirkt im allgemeinen eine Unterbrechung der Energiezufuhr.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Hierzu wird in der Regel der Steuerkreis oder Lastkreis eines Feuerungsautomaten unterbrochen, der dann die Brennstoffzufuhr abriegelt. Im allgemeinen steuert der Feuerungsautomat den Startablauf des Brenners mit Vorlüften, Zünden und Flammenüberwachung. Bei Unregelmässigkeiten, wie z.B. einem Flammenausfall, verriegelt der Feuerungsautomat, d.h. er unterbricht die Brennstoffzufuhr. Der Feuerungsautomat muss dabei besonderen Sicherheitsvorschriften genügen. Stellvertretend hierfür wird beispielsweise auf die Norm DIN EN 298 verwiesen.

Aus der deutschen Gebrauchsmusterschrift DE 297 24 551 U1 ist beispielsweise eine Regelanordnung für einen Brenner bekannt, bei der der zur Erfassung der Wassertemperatur im Heizkessel verwendete Temperaturfühler sowohl für die Temperaturregelung als auch für den Sicherheitstemperaturbegrenzer verwendet wird. Dadurch kann auf einen gesonderten Temperaturfühler für den Sicherheitstemperaturbegrenzer, wie dies bei den herkömmlichen Regelanordnungen der Fall ist, verzichtet werden.

In diesem Zusammenhang wurde bereits auch schon in der Europäischen Patentschrift EP 0 614 047 B1 vorgeschlagen, den Temperaturwächter, den Temperaturregler und den Feuerungsautomaten zu einer elektronischen Einrichtung zusammenzufassen. Dadurch dass die Funktion des Temperaturwächters mit integriert wird, erübrigt sich ein gesondertes Thermostat.

Die Integration des Feuerungsautomaten, Temperaturreglers und Temperaturwächters stellt hierbei eine kostengünstige Lösung dar, da der apparative Aufwand aufgrund der Integration reduziert werden kann.

Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Kombination des Brenners mit Feuerungsautomat und des Heizkesselschaltfeldes mit Temperaturregler und Temperaturwächter bekannt ist. Bei den bodenstehenden Heizkesseln stellt dies jedoch eine Ausnahme dar, da für die Kombination von Kessel/ Brenner auch Komponenten von Fremdherstellern eingesetzt werden. Für diese Komponenten wird zum Datenaustausch gemäss dem Stand der Technik eine genormte Schnittstelle (mit 4-/7-poligem Wieland-Stecker) verwendet. Diese sind für die 230 Volt-Versorgungs- und Steuerkreise vorgesehen. Diese ermöglichen jedoch nur eine sehr eingeschränkte Kommunikation zwischen den Komponenten.

Die Verwendung der genormten Schnittstelle (Wieland-Stecker) hat auch den Nachteil, dass wenn beispielsweise ein vom Feuerungsautomat an das Kesselschaltfeld übertragenes 230 Volt-Signal, welches vom Regler weiterverarbeitet werden soll, zusätzlich in ein entsprechendes Schutzkleinspannungssignal umgewandelt werden muss, da der Regler im allgemeinen mit Schutzkleinspannung betrieben wird.

Aus der EP 0 751 350 A2 ist es bekannt verschiedene Einheiten bei einer Regelvorrichtung für Heizkessel mittels eines Datenbuses zu verbinden, um entsprechende Daten zwischen den Einheiten der Anlage auszutauschen. Dies verbessert die Kapazität der Datenübertragung. Die Einheiten Sicherheitstemperaturbegrenzer, Temperaturregler und Feuerungsautomat sind jedoch hierbei separat ausgeführt. Dabei werden für den Feuerungsautomaten und für den Sicherheitstemperaturbegrenzer jeweils Bauelemente, wie Relais oder Mikroprozessoren eingesetzt, die gleiche oder ähnliche Aufgaben wahrnehmen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung insbesondere zur Verwendung in einer Heizanlage vorzuschlagen, die unter Vermeidung der genannten Nachteile des Standes der Technik mit geringem apparativem Aufwand eine zuverlässige und genaue Temperaturregelung/-begrenzung ermöglicht, ohne dass sicherheitstechnische Aspekte vernachlässigt werden.

Weiterhin besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren vorzuschlagen, das eine zuverlässige und genaue Überprüfung der Funktion insbesondere einer Temperaturregel-/begrenzungsfunktion insbesondere für eine Heizanlage ermöglicht.

Die genannte Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs und des unabhängigen Verfahrensanspruches gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der von diesen abhängigen Patentansprüche.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung oder das erfindungsgemässe Verfahren kann für alle im Zusammenhang mit der Überwachung thermischer Prozesse sicherheitstechnisch relevanten Funktionen zur Anwendung gelangen,

die sicherstellen, dass bei Auftreten einer Störung bzw. eines Fehlers die Anlage in einen betriebssicheren Zustand versetzt wird. Die erfindungsgemässe Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass der Sicherheitstemperaturbegrenzer bzw. – temperaturwächter (STB, STW) hinsichtlich der Funktionalität auf Feuerungsautomat und Regler verteilt wird. Die Komponenten des STB bzw. STW, die den Anforderungen einer erweiterten Sicherheit unterliegen, sind dabei vorzugsweise im Feuerungsautomaten vorgesehen. Die Komponenten die nicht den besonderen Anforderungen einer erweiterten Sicherheit unterliegen, sind vorzugsweise im Regler vorgesehen. Beispielsweise wird der Temperaturvergleich der gefühlten Ist-Temperatur des Kessels mit der maximal zulässigen Sicherheitstemperatur T_{STB} bei der der STB bzw. STW auslöst dem Feuerungsautomaten zugeordnet. Der Messfühler zur Erfassung der Ist- Kesseltemperatur wird vorzugsweise dem Regler zugeordnet. Die erfasste Ist-Temperatur wird in diesem Fall vom Regler über eine Kommunikationsschnittstelle an den Feuerungsautomaten übertragen. Die Kommunikationsschnittstelle kann beispielsweise als Datenbus (elektrisch-/ optische Lichtwellenleiter) oder als Funkverbindung ausgeführt werden. Der Feuerungsautomat überwacht dabei die Kesseltemperatur und schaltet bei Überschreiten der eingestellten Sicherheitstemperatur T_{STB} beispielsweise die Brennstoffventile des Brenners spannungslos, wodurch die Brennstoffzufuhr unterbrochen wird.

Durch die erfindungsgemässe Verteilung der Funktionalität des STB bzw. STW auf Regler und Feuerungsautomat kann der bisher übliche mechanische STB/STW als eigenständiges Gerät, welches die Kesseltemperatur erfasst, bewertet, überwacht und gegebenenfalls die Brennstoffzufuhr unterbricht, entfallen. Durch die Zusammenlegung der sicherheitsrelevanten Funktionen des STB bzw. STW im Feuerungsautomaten brauchen die für die Sicherheitsabschaltung und vorzugsweise auch die für die Verriegelung erforderlichen Bauelemente nur einmal vorgesehen werden. Dadurch kann der apparative Aufwand deutlich reduziert werden. Auch hat die Integration der sicherheitsrelevanten Funktionen des STB bzw. STW im Feuerungsautomaten den Vorteil, dass die bereits vorhandenen Sicherheitsstrukturen des Feuerungsautomaten in optimaler Art und Weise synergistisch genutzt werden können. Selbstverständlich ist auch eine vollständige Integration von STB bzw. STW im Feuerungsautomaten möglich.

Dies hätte jedoch den Nachteil, dass in diesem Fall der Anschluss der Temperaturfühler an den Feuerungsautomaten erfolgen müsste, wodurch der standardisierte Feuerungsautomat mit zusätzlichen Anschlüssen für die Temperaturfühler belastet werden würde.

5

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Messwerterfassung durch den Messfühler und die Weiterverarbeitung der Messwerte im Regler und die Übertragung der Messwerte vom Regler an den Feuerungsautomaten über eine Kommunikationsschnittstelle erfindungsgemäss vom Feuerungsautomaten getestet bzw. überprüft werden kann. Vorzugsweise wird zur Überprüfung der Temperaturregel-/begrenzungsfunktion vom Feuerungsautomaten ein entsprechendes Testanforderungssignal an ein Fühler-/Testwert-Umschaltungsmodul übertragen, wodurch zwischen dem Messfühlerwiderstand und einem dazu korrespondierenden Referenzwiderstand umgeschaltet werden kann.

15

Vorzugsweise erfolgt die Übertragung der Fühler-/Testwerte zeitlich versetzt zueinander. Dabei müssen die Anforderungen an die Störsicherheit der Kommunikation beachtet werden. Vorzugsweise wird ein Datenbus verwendet, der eine CRC-Prüfung zur Feststellung von Datenübertragungsfehlern ermöglicht. Durch die Verwendung der erfindungsgemässen Datentelegramme sind keine besonderen Sicherheitsmassnahmen erforderlich. Beispielsweise kann zur Datenübertragung ein den sicherheitstechnischen Aspekten genügender Datenbus verwendet werden, wie dieser beispielsweise in der Druckschrift EP 0751 350 A2 beschrieben ist.

20

Wenn der Feuerungsautomat nach einer Störabschaltung einen verriegelten Zustand antrifft, kann mit der erfindungsgemässen Sicherheitsfunktion zur Entriegelung, die z.B. max. 5 Entriegelungen innerhalb einer bestimmten Zeit erlaubt, die Verriegelung durch einen über den Datenbus übertragenen Entriegelungsbefehl wieder aufgehoben werden. Der Entriegelungsbefehl kann hierbei von einem nicht sicherheitsrelevant ausgelegten Gerät, z.B. mittels eines tragbaren Gerätes vom Bediener, erzeugt werden. Um die Sicherheit der Datenkommunikation zu erhöhen, kann beim Feuerungsautomaten zusätzlich eine Filterung für die empfangenen Daten vorgesehen werden. Dadurch kann z.B. verhindert werden, dass der Brenner beispielsweise unbeabsichtigerweise ein-/ausgeschaltet wird.

30

Da der Regler gemäss der Erfindung in Übereinstimmung mit der eingangs genannten Norm nicht sicherheitsrelevant ausgelegt werden muss, sind keine speziellen Sicherheitsmassnahmen für den Regler notwendig. Jedoch erfolgt die Überprüfung der Fühler, des Reglers und der Kommunikationsschnittstelle erfindungsgemäss durch den Feuerungsautomaten. Empfehlenswert ist dabei eine galvanische Trennung, die den Anforderungen für Schutzkleinspannung entspricht, da der Regler im Unterschied zum Feuerungsautomaten in der Regel mit Schutzkleinspannung betrieben wird. Dabei kann beim Regler oder beim Feuerungsautomaten die galvanische Trennung in Form von Optokopplern vorgesehen werden.

Weiterhin hat die Erfindung auch den Vorteil, dass weitere Prozesssignale zwischen Feuerungsautomat und Regler, beispielsweise die Brennstoffart, etc. über die Kommunikationsschnittstelle ausgetauscht werden können. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung.

Figur 1 zeigt schematisiert die erfindungsgemässe Anordnung mit elektronischem Sicherheitstemperaturbegrenzer in Verbindung mit Regler und Feuerungsautomat.

Figur 2 zeigt in einem Funktionsblockbild die bevorzugte Implementierung der Erfindung beispielsweise anhand der Temperaturregel-/begrenzungsfunktion.

Figur 1 zeigt das Zusammenwirken von Feuerungsautomat (FA) und Regler mit einem auf Regler und FA verteiltem Sicherheitstemperaturbegrenzer (STB).

Selbstverständlich kann anstelle des elektronischen STB auch die Funktion eines Sicherheitstemperaturwächters (STW) entsprechend implementiert werden. Der Messfühler Tk dient z.B. der Erfassung der Temperatur eines hier nicht dargestellten Heizkessels und ist an den Regler angeschlossen. Der Analog/Digital-Wandler des Reglers wandelt den analogen Messwert in einen digitalen Wert z.B. in einen Temperaturwert T um. Dieser wird vom Regler an den Feuerungsautomaten übertragen. Der Feuerungsautomat umfasst hierbei ein Sicherheitsmodul. Das Sicherheitsmodul bzw. STB-Modul überwacht hierbei z.B. die gefühlte Kesseltemperatur T und schaltet bei Überschreiten des im STB-Modul gespeicherten Referenzwertes (Sicherheitstemperatur T_{STB}) den hier nicht dargestellten Brenner ab.

Die Sicherheitstemperatur bzw. Auslösetemperatur T_{STB} kann beispielsweise bei der Inbetriebnahme der Anlage von einem Installateur über ein hier nicht dargestelltes Bediengerät eingestellt werden. Die Sicherheitstemperatur T_{STB} wird dabei an den Feuerungsautomaten übertragen und beispielsweise im STB-Modul sicherheitsrelevant abgespeichert. Die Sicherheitstemperatur T_{STB} wird vorzugsweise im gleichen Format wie die Kessel-Isttemperatur T an den Feuerungsautomaten übertragen.

Zur Überprüfung der korrekten Funktion der Messwerterfassung, des Reglers und der Kommunikationsschnittstelle führt das STB-Modul erfindungsgemäss einen entsprechenden Test durch. Beispielsweise wird der Messfühler und der Weg von der Fühleranschlussklemme einschliesslich der Weiterverarbeitung im Regler, z.B. Analog-/Digitalwandlung und auch die Übertragung des gewandelten Messwerts von dem Feuerungsautomat überprüft. Ausserdem wird geprüft, ob der Messwert T innerhalb des durch T_{STB} definierten zulässigen Bereichs liegt.

Bei der Kommunikation zwischen Regler und Feuerungsautomat sind die entsprechenden Anforderungen an die Störsicherheit der Datenübertragung zu beachten, damit die grundsätzliche Sicherheit gewährleistet ist und es nicht zu unnötigen Störabschaltungen kommt. Bei Ausfall des Fühlers oder Fehler im Regler oder bei Störung der Kommunikation erfolgt eine Sicherheitsabschaltung durch den Feuerungsautomaten und zwar solange bis die Störung bzw. der Fehler beseitigt ist. Auf die verschiedenen Modelle zur Behandlung der Fehler bzw. Störungen wird nachfolgend eingegangen.

Figur 2 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Implementierung des Verfahrens zur Überprüfung einer Temperaturregel-/begrenzerfunktion, wobei die sicherheitsrelevanten Funktionen vom Feuerungsautomaten durchgeführt werden. Der Regler 20 und der Feuerungsautomat 40 sind wie hier dargestellt über eine Kommunikationsschnittstelle (30) miteinander verbunden.

Als Kommunikationsschnittstelle zwischen Regler und Feuerungsautomat kann z.B. ein Datenbus (elektrisch/optisch) oder auch eine drahtlose Funkverbindung eingesetzt werden. Ein Fühlerwert-/Testwert-Umschaltungsmodul 10 wird vorzugsweise vom Feuerungsautomaten durch ein Testanforderungssignal angesteuert.

Die Temperaturfühlerwiderstände 11 und 12 dienen z.B. zur Erfassung der Istwert-Temperatur eines hier nicht dargestellten Heizkessels. Die Referenzwiderstände 13 und 14 sind zu diesen über die Schalter 15 und 16 parallel geschaltet. Dadurch ist eine Umschaltung zwischen den Messfühlerwiderständen 11 und 12 und den Referenzwiderständen 13 und 14 möglich, wodurch die Fühlerwerte oder Referenz-/Testwerte erhalten werden. Selbstverständlich können die dem Fühlerwert-/Testwert-Umschaltungsmodul 10 zugeordneten Elemente 11 bis 16 entsprechend der Funktionalität teilweise oder auch vollständig im Regler 20 vorhanden sein.

Durch die zweifache Ausführung der Temperaturfühler, z.B. NTC- Fühler, kann beispielsweise die richtige Befestigung der Temperaturfühler oder ein Kurzschluss oder ein Fühlerbruch durch einen Vergleich der Temperaturfühlerwiderstände bzw. der Fühlerwerte erkannt werden. Diese redundante Ausführung der Temperaturfühler ist somit eine sinnvolle Sicherheitsmassnahme. Auch kann ein altersbedingtes Abdriften der Fühlerwerte durch einen Vergleich mit den dazu korrespondierenden Referenzwiderständen bzw. Referenzwerten festgestellt werden. Anstelle zweier separater Einzelfühler kann selbstverständlich auch ein Doppelfühler oder auch nur ein Temperaturfühler vorgesehen werden. In diesem Fall braucht dann nur ein Referenzwiderstand vorgesehen werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass eine zuverlässige und sichere Fühlerplatzierung und Funktion des Fühlers gewährleistet ist. Dies gilt selbstverständlich auch für den Referenzfühler bzw. Referenzwiderstand.

Funktioniert die Referenzumschaltung nicht fehlerfrei oder tritt ein Kurzschluss oder Unterbruch bei einem Referenzwiderstand auf, so kann dies durch die Referenz-/Testwerte erkannt werden. Die Fühler-/Testwerte $T_{1'}$ und $T_{2'}$ bzw. $T_{\text{Test } 1'}$ und $T_{\text{Test } 2'}$ werden beispielsweise von einem Multiplexer 21 einem Analog-Digital-Wandler 22 zugeführt. Dabei können durch die Testwerte auch Fehler beim Multiplexen oder bei der Analog-Digital-Wandlung erkannt werden. Die gewandelten Temperaturwerte $T_{1'}$ und $T_{2'}$ als auch die gewandelten Testwerte $T_{\text{Test } 1'}$ und $T_{\text{Test } 2'}$ liegen beispielsweise in hexadezimaler Form vor und werden einem Schieberegister 23 zugeführt. Die in dem Register 23 zwischengespeicherten Fühler- und Testwerte werden dann vorzugsweise einem Linearisierungsmodul 24 zugeführt, welches z.B. über eine Software zur Linearisierung der Kennlinie verfügt.

- Dabei können die z.B. in hexadezimaler Form im Register 23 vorliegenden Fühler-/Testwerte in eine für die Auswertung geeignete Form z.B. Integer-Werte überführt werden. Die durch die Linearisierung erhaltenen Fühler-/Testwerte T_1 , T_2 , T_{Test1} und T_{Test2} werden z.B. einem Schieberegister 25 zugeführt. Die Schieberegister weisen
5 hierbei vorzugsweise eine Ringstruktur auf. Dadurch dass der letzte Wert bei der Zwischenspeicherung der Fühler-/Testwerte in den Schieberegistern verworfen wird, ist sichergestellt, dass sich die Reihenfolge der Fühler-/Testwerte in den entsprechenden Speicherzellen des Schieberegisters ändert.
- 10 Vorzugsweise wird ein Testanforderungssignal z.B. eine Testansteuersequenz, beispielsweise alle 10 Sekunden asynchron von einer Testanforderungseinheit (42) des Feuerungsautomaten an das Fühlerwert-/Testwert-Umschaltungsmodul (10) übertragen. Die Testanforderungseinheit 42 kann selbstverständlich auch im Sicherheitsmodul 41 enthalten sein. Daraufhin wird von den Fühlerwiderständen auf
15 die Referenzwiderstände umgeschaltet. Vom Feuerungsautomaten wird dann das innerhalb eines definierten Zeitintervalles empfangene Antwortsignal zur Überprüfung der Funktion hinsichtlich aufgetretener Fehler bzw. Störungen in der Anlage entsprechend ausgewertet. Beispielsweise kann auch die Asynchronität zwischen Fühler-/Testwerten vom Feuerungsautomaten ausgewertet werden.
- 20 Die Antwort auf die Testanforderung kann zusätzlich durch ein spezielles Attribut gekennzeichnet werden. Dadurch kann die Auswertung der Antwort durch den Feuerungsautomat erleichtert werden. Als Attribut zur Kennzeichnung der Antwort auf die Testanforderung kann beispielsweise eine aktuelle Zeitangabe verwendet werden. Alternativ könnte auch ein vom Regler generierter Zufallswert, der vom
25 Feuerungsautomaten nachgeprüft wird, verwendet werden.
- Vorzugsweise erfolgt die Übertragung der Fühler-/Testwerte z.B. nach einem Protokoll z.B. in Form eines Datentelegramms. Dafür kann z.B. ein entsprechender Sendebuffer 26 vorgesehen werden. Im Sendebuffer ist z.B. eines der vier
30 Datentelegramme P_1 bis P_4 zur Übertragung an den Feuerungsautomaten vorgesehen. Die Telegramme P_1 und P_2 werden jeweils vorzugsweise periodisch, z.B. alle 5 Sekunden vom Regler selbsttätig an den Feuerungsautomaten übertragen.

Das Telegramm P₁ umfasst z.B. die Fühlerwerte T₁, T₂ und den Testwert T_{Test1}.
Das Telegramm P₂ umfasst z.B. den Testwert T_{Test2} und die Fühlerwerte T₁ und den
Fühlerwert T₂. Die Telegramme P₃, P₄ können jeweils z.B. als Antwort auf die
Testanforderung vorzugsweise asynchron zu den Telegrammen P₁ oder P₂ übertragen
5 werden. Das Telegramm P₃ umfasst z.B. die beiden Testwerte T_{Test1}, T_{Test2} und den
Fühlerwert T₁. Das Telegramm P₄ umfasst z.B. den Fühlerwert T₂ und die beiden
Testwerte T_{Test1}, T_{Test2}.

Der Feuerungsautomat (40) bzw. das Sicherheitsmodul (41) kann dann anhand der
10 empfangenen Datentelegramme P₁, P₂, P₃ oder P₄ die Überprüfung der
Temperaturregel-/begrenzungsfunktion durchführen. Nachfolgend werden die
verschiedenen Testfunktionen beschrieben. Der Feuerungsautomat testet zunächst die
korrekte Reihenfolge der Telegramme P₁ bis P₄. Beispielsweise wird ein Neustart des
Brenners verhindert, wenn nicht die richtige Testsequenz festgestellt wird.

15 Nachfolgend werden die im Funktionsblockbild dargestellten Testfunktionen
beschrieben. Selbstverständlich kann für die Testfunktionen auch eine andere
Reihenfolge als die hier dargestellte verwendet werden.

Die erste Testfunktion beinhaltet die Überprüfung der beiden Temperaturwerte T₁
20 und T₂, die zu diesem Zweck mit der Auslösetemperatur des Sicherheitstemperatur-
begrenzers T_{STB} verglichen werden. Bei Erreichen bzw. Überschreiten von T_{STB} wird
eine Störmeldung generiert und es erfolgt eine Abschaltung des Brenners durch den
Feuerungsautomaten. Dabei erfolgt auch eine Verriegelung, falls gleichzeitig ein
Einschaltbefehl vom Regler an den Feuerungsautomaten vorliegt.

25 Bei der zweiten Testfunktion werden die Fühlerwerte T₁ und T₂ jeweils mit einer
maximal zulässigen Temperaturdifferenz T_{diff} verglichen. Wenn diese
Temperaturdifferenz beispielsweise dauerhaft überschritten wird verriegelt der
Feuerungsautomat den Brenner und generiert eine entsprechende Fehlermeldung. Bei
30 einem kurzzeitigen bzw. einmaligen Überschreiten der Temperaturdifferenz kann auch
nur eine Sicherheitsabschaltung erfolgen. Tritt das Überschreiten der zulässigen
Temperaturdifferenz jedoch innerhalb einer bestimmten Zeit erneut oder auch
mehrmals auf, so verriegelt der Feuerungsautomat den Brenner.

Die dritte Testfunktion beinhaltet einen Vergleich der z.B. von den Referenzwiderständen abgeleiteten Referenzwerte T_{Ref1} und T_{Ref2} mit den Testwerten T_{Test1} und T_{Test2} .

Entspricht hierbei das Vergleichsergebnis z.B. nicht einem Erwartungswert, so schaltet der Feuerungsautomat den Brenner ab und es wird eine Fehlermeldung generiert. Bei Ausbleiben einer Antwort auf die Testanforderung kann z.B. ein Ausfall des Referenzwiderstandes oder des Reglers oder eine Kommunikationsstörung vorliegen. In diesem Fall kann z.B. nach einer Zeitverzögerung die Verriegelung des Brenners durch den Feuerungsautomaten erfolgen.

Die vierte Funktion umfasst z.B. einen Übertemperaturzähler zur Feststellung, ob bei ausgeschaltetem Brenner aufgrund eines Nachwärmeeffektes die Sicherheitstemperatur T_{STB} nachträglich noch überschritten wird. Ist dies der Fall so wird ein entsprechender Zähler inkrementiert. Hat der Zählerstand Z_{Aus} beispielsweise einen vorgegebenen Wert Z_{STB} erreicht, so erfolgt eine Verriegelung.

Verriegelt der Feuerungsautomat bzw. das STB-Modul nach einer Störabschaltung den Brenner, so kann dieser durch einen Entriegelungsbefehl entriegelt werden. Der Entriegelungsbefehl kann hierbei auch von einem nicht sicherheitsgerichtet ausgelegten Bediengerät erzeugt werden. Dabei muss die fehlerfreie Datenübertragung des Entriegelungsbefehles über den Datenbus sichergestellt sein. Hierzu kann beispielsweise eine CRC-Fehlerprüfung erfolgen. Darüber hinaus müssen keine weiteren besonderen Sicherheitsmassnahmen bezüglich der Datenübertragung des Entriegelungsbefehles vorgesehen werden.

Im folgenden wird die Entriegelungsfunktion beschrieben. Wenn eine Störung des Feuerungsautomaten mit Verriegelung vorliegt, die als Störmeldung vom Feuerungsautomat auf den Datenbus abgegeben wurde und auf dem Bediengerät angezeigt wird, kann der Bediener beispielsweise ein zur Entriegelung vorgesehenes Menü am Bediengerät anwählen. Der Entriegelungsbefehl wird dann vom Bediener über das Bediengerät an den Datenbus gegeben. Daraufhin erfolgt dann die Entriegelung. Um Fehlbedienungen zu vermeiden wird die Entriegelungsfunktion vorzugsweise im Handshake-Verfahren durchgeführt. Beispielsweise kann das

Bediengerät welches den Entriegelungsbefehl ausgelöst hat eine bestimmte Zeit abwarten, ob die Entriegelung erfolgreich durchgeführt worden ist.

Bleibt die Information, dass die Entriegelung erfolgreich war aus, so kann z.B. erst nach einer Zeitverzögerung ein erneuter Versuch zur Entriegelung zugelassen werden.

5

Hinsichtlich der Entriegelung können z.B. drei Entriegelungsklassen unterschieden werden. Die erste Klasse betrifft z.B. interne Fehler des Feuerungsautomaten, die nur nach Aufhebung einer Sperrung der Entriegelung zurückgesetzt werden können. Im Fall, dass die Entriegelung gesperrt ist kann z.B. nur über einen Netz-Ein-Ausschalter oder über eine spezielle Entriegelungstaste z.B. durch eine Entriegelungstaste des Kesselschaltfeldes mittels einer separaten Datenleitung die Sperrung aufgehoben werden. Die Sperrung als auch die Entriegelung kann durch eine entsprechende Anzeige dem Bediener kenntlich gemacht werden.

10

15

Die zweite Klasse betrifft z.B. Fehler in der Heizanlage, bei denen die STB-Funktion ausgelöst hat. Die Verriegelung kann hierbei vom Bediener mittels eines über den Datenbus gesendeten Entriegelungsbefehles z.B. nur einmal zurückgesetzt werden.

20

Die dritte Klasse betrifft sonstige Applikations-Fehler, die beispielsweise über ein Bediengerät zurückgesetzt werden können. Vorzugsweise wird hierzu eine Sicherheitsfunktion verwendet, die z.B. maximal 5 Entriegelungen innerhalb einer definierten Zeit erlaubt. Die Sicherheitsfunktion ist dabei nur bei einer Entriegelung über den Datenbus wirksam.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Temperaturregelung/-begrenzung für eine Wärmeerzeugungsanlage, welche wenigstens einen Messfühler (T_k) aufweist, der mit einem Regler (20) verbunden ist, der über eine Kommunikationsschnittstelle (30) mit einem Feuerungsautomaten (40) in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass der Feuerungsautomat (40) ein Sicherheits-Modul (41) aufweist, welches die vom Messfühler erfasste Temperatur, die an den Regler weitergeleitet und von diesem über die Kommunikationsschnittstelle an den Feuerungsautomaten übertragen wird mit einer im Sicherheits-Modul (41) gespeicherten maximal zulässigen Sicherheitstemperatur (T_{STB}) vergleicht und dass das Sicherheits-Modul (41) bei Erreichen bzw. Überschreiten der Sicherheitstemperatur ein Abschaltsignal generiert, welches eine Abschaltung der Anlage durch den Feuerungsautomaten bewirkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Messfühler (T_k) vorgesehen ist, der mit dem Regler (20) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fühlerwert-/Testwert-Umschaltungsmodul (10) vorgesehen ist, welches wenigstens einen Schalter (15, 16) aufweist, der einen Referenzwiderstand (13, 14) parallel zu dem Messfühlerwiderstand (11, 12) schaltet und dass die Umschaltung zwischen Temperaturfühlerwiderstand (11, 12) und Referenzwiderstand (13, 14) vom Feuerungsautomaten (40) gesteuert wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Testanforderungseinheit (42) des Feuerungsautomaten ein Testanforderungssignal an das Fühlerwert-/Testwert-Umschaltungsmodul (10) übertragen wird, wodurch wenigstens ein von dem Referenzwiderstand abgeleiteter Testwert (T_{Test1} , T_{Test2}) über die Kommunikationsschnittstelle an den Feuerungsautomaten (40) übertragen wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der vom Messfühler-/Referenzwiderstand (11,12,13,14) abgeleitete Fühler-/Testwert vom Regler (20) weiterverarbeitet wird, bevor dieser über die Kommunikationsschnittstelle (30) an den Feuerungsautomaten (40) übertragen wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Weiterverarbeitung des Fühler-/Testwertes ein Multiplexer (21), ein Analog-Digital-Wandler (22), wenigstens ein Schieberegister (23, 25) und ein Linearisierungsmodul (24) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationsschnittstelle (30) zur Verbindung des Reglers (20) mit dem Feuerungsautomaten (40) als Datenbus oder als Funkverbindung ausgeführt ist.

8. Verfahren zur Überprüfung der Funktion insbesondere der Temperaturregel-/begrenzungsfunktion für eine Wärmeerzeugungsanlage, die wenigstens einen Messfühler (T_k) einen Regler (20), eine Kommunikationsschnittstelle (30) sowie einen Feuerungsautomaten (40) umfasst, wobei die von wenigstens einem Messfühler abgeleiteten Messwerte (T_1, T_2) an den Regler zur Weiterverarbeitung weitergeleitet und über die Kommunikationsschnittstelle an den Feuerungsautomaten übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Feuerungsautomat die empfangenen Messwerte (T_1, T_2) mit einer maximal zulässigen Sicherheitstemperatur (T_{STB}) vergleicht und dass bei Erreichen bzw. Überschreiten der Sicherheitstemperatur (T_{STB}) ein Abschaltsignal generiert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Funktionsüberprüfung der Messwernerfassung und/oder der Weiterverarbeitung der Messwerte und/oder der Übertragung der Messwerte vom Feuerungsautomaten ein Testanforderungssignal generiert wird und das innerhalb einer definierten Zeitdauer die Antwort auf die Testanforderung vom Feuerungsautomaten empfangen wird, die dann vom Feuerungsautomaten ausgewertet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Antwort auf die Testanforderung mit einem speziellen Attribut versehen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Antwort auf das Testanforderungssignal Testwerte (T_{Test1}, T_{Test2}) umfasst, die mit Referenzwerten (T_{Ref1}, T_{Ref2}) verglichen werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass wenn der Vergleich zwischen Referenz- und Testwerten nicht einem Erwartungswert entspricht eine Fehlermeldung generiert wird oder dass ein Ausbleiben der Antwort auf die Testanforderung einen Ausfall des Messfühlerwiderstandes/Referenzwiderstandes
5 oder des Reglers oder eine Kommunikationsstörung anzeigt und in diesem Fall nach einer Zeitverzögerung die Verriegelung des Brenners durch den Feuerungsautomaten erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Messwerte (T_1, T_2) mit einer maximal zulässigen Temperaturdifferenz T_{diff} verglichen werden und dass wenn diese Temperaturdifferenz einmal überschritten wird eine Sicherheitsabschaltung durch den Feuerungsautomaten erfolgt und dass wenn die zulässige Temperaturdifferenz innerhalb einer bestimmten Zeit erneut überschritten wird der Feuerungsautomat den Brenner verriegelt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
15 überprüft wird, ob nach Abschaltung des Brenners aufgrund eines Nachwärmeeffektes die Sicherheitstemperatur (T_{STB}) überschritten wird und dass wenn dies der Fall ist, der Zählerstand (Z_{Aus}) eines Zählers inkrementiert wird und dass wenn der aktuelle
20 Zählerstand (Z_{Aus}) einen vorgegebenen zulässigen Grenzwert (Z_{STB}) erreicht eine Verriegelung des Brenners durch den Feuerungsautomaten erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zur
25 Entriegelung eine Sicherheitsfunktion verwendet wird, die eine maximale Anzahl von Entriegelungen innerhalb einer definierten Zeitdauer erlaubt, wobei diese Funktion nur bei einer Entriegelung über die Kommunikationsschnittstelle wirksam ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die
30 Fühler- und Testwerte als Datentelegramm periodisch und selbstständig vom Regler an den Feuerungsautomaten übertragen werden oder asynchron als Antwort auf eine Anforderung des Feuerungsautomaten an diesen übertragen werden, wobei in beiden Fällen diese dann vom Feuerungsautomaten überprüft werden.

FIG 1

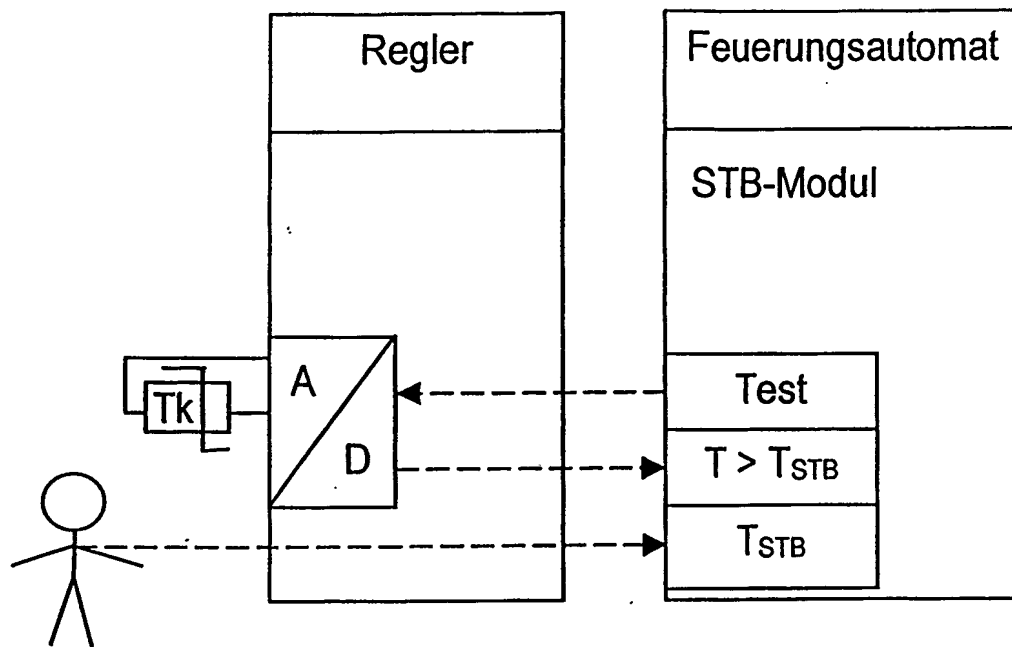
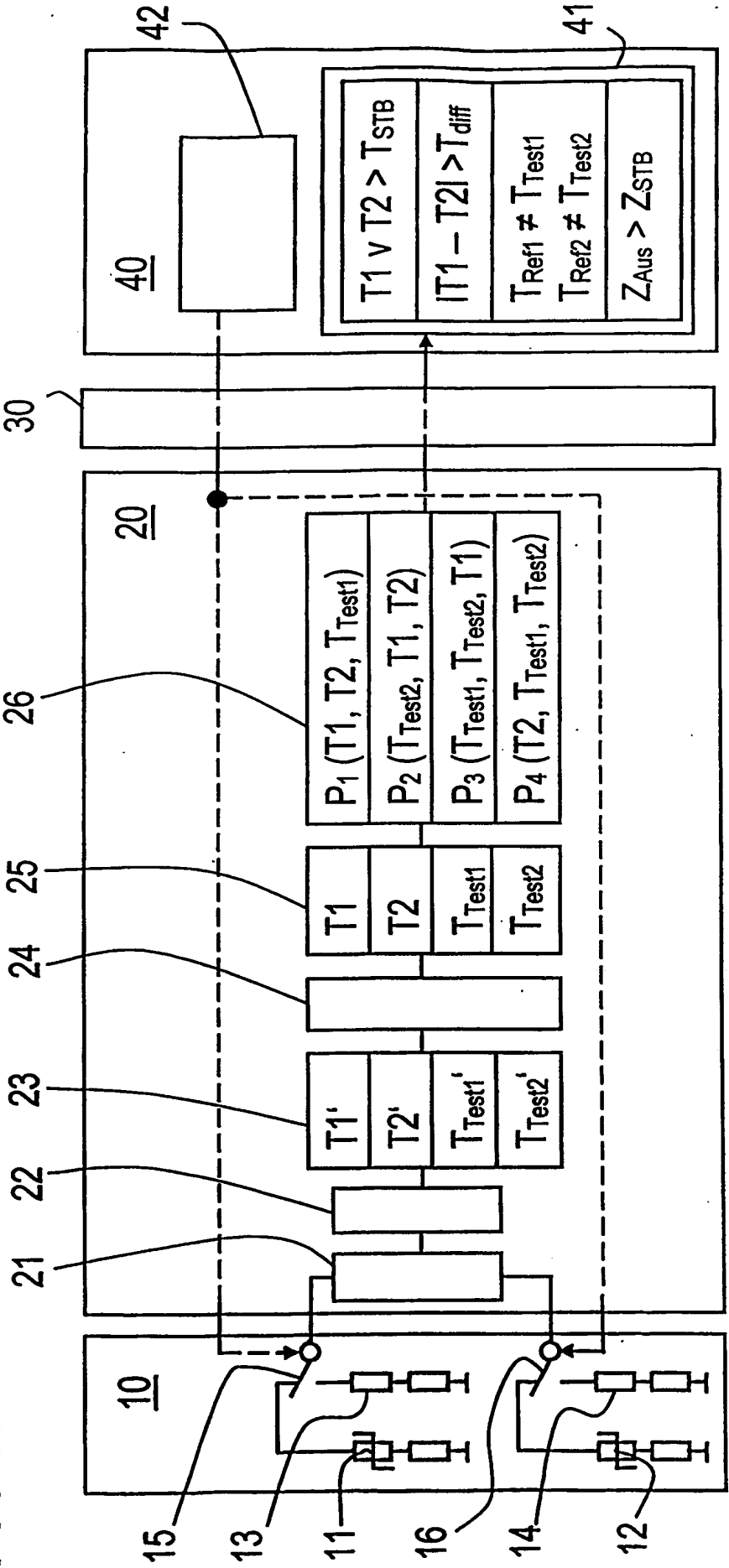


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F23N5/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F23N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 326 245 A (HONEYWELL INC) 2 August 1989 (1989-08-02)	1, 2, 8, 12
Y	column 1, line 3 - column 2, line 4 column 5, line 13 - column 6, line 5; figures 1, 5, 6	3-5, 9-11, 13-15
Y	DE 32 48 034 A (HEWLETT PACKARD GMBH) 5 July 1984 (1984-07-05) page 7, line 19 - page 7, line 29 page 8, line 33 - page 10, line 18; figure 1	3-5, 9-11
Y	DE 101 14 823 A (SIEMENS BUILDING TECH AG) 10 October 2002 (2002-10-10) page 3, line 43 - page 4, line 46; figures 1, 2	13-15
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2004

Date of mailing of the international search report

20/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Theis, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002834

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 56 426 C (HONEYWELL BV) 3 May 2001 (2001-05-03) the whole document	1-16
A	EP 0 614 047 A (LANDIS & GYR BUSINESS SUPPORT) 7 September 1994 (1994-09-07) cited in the application column 9, line 42 - column 11, line 42; figures 1-6	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002834

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0326245	A	02-08-1989	AU 2684888 A EP 0326245 A2 JP 1310228 A US 4923117 A	27-07-1989 02-08-1989 14-12-1989 08-05-1990
DE 3248034	A	05-07-1984	DE 3248034 A1	05-07-1984
DE 10114823	A	10-10-2002	DE 10114823 A1 EP 1373801 A1 WO 02077529 A1 US 2004112970 A1	10-10-2002 02-01-2004 03-10-2002 17-06-2004
DE 19956426	C	03-05-2001	DE 19956426 C1 EP 1103765 A2	03-05-2001 30-05-2001
EP 0614047	A	07-09-1994	DE 9310458 U1 DE 59309307 D1 EP 0614047 A1	30-06-1994 25-02-1999 07-09-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002834

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F23N5/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F23N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 326 245 A (HONEYWELL INC) 2. August 1989 (1989-08-02)	1,2,8,12
Y	Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 2, Zeile 4 Spalte 5, Zeile 13 - Spalte 6, Zeile 5; Abbildungen 1,5,6	3-5, 9-11, 13-15
Y	DE 32 48 034 A (HEWLETT PACKARD GMBH) 5. Juli 1984 (1984-07-05) Seite 7, Zeile 19 - Seite 7, Zeile 29 Seite 8, Zeile 33 - Seite 10, Zeile 18; Abbildung 1	3-5,9-11
Y	DE 101 14 823 A (SIEMENS BUILDING TECH AG) 10. Oktober 2002 (2002-10-10) Seite 3, Zeile 43 - Seite 4, Zeile 46; Abbildungen 1,2	13-15
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Theis, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002834

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 56 426 C (HONEYWELL BV) 3. Mai 2001 (2001-05-03) das ganze Dokument -----	1-16
A	EP 0 614 047 A (LANDIS & GYR BUSINESS SUPPORT) 7. September 1994 (1994-09-07) in der Anmeldung erwähnt Spalte 9, Zeile 42 - Spalte 11, Zeile 42; Abbildungen 1-6 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002834

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0326245	A	02-08-1989	AU 2684888 A	27-07-1989
			EP 0326245 A2	02-08-1989
			JP 1310228 A	14-12-1989
			US 4923117 A	08-05-1990
DE 3248034	A	05-07-1984	DE 3248034 A1	05-07-1984
DE 10114823	A	10-10-2002	DE 10114823 A1	10-10-2002
			EP 1373801 A1	02-01-2004
			WO 02077529 A1	03-10-2002
			US 2004112970 A1	17-06-2004
DE 19956426	C	03-05-2001	DE 19956426 C1	03-05-2001
			EP 1103765 A2	30-05-2001
EP 0614047	A	07-09-1994	DE 9310458 U1	30-06-1994
			DE 59309307 D1	25-02-1999
			EP 0614047 A1	07-09-1994